

GP 374 #5
PATENT
1472-177P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

RECEIVED

Applicant: K. KANEKO et al.

MAR 6

Appl. No.: 09/188,190

Group: 3745 ✓

Group 3745

Filed: November 10, 1998

Examiner: UNKNOWN

For: EXHAUST GAS PURIFYING APPARATUS OF
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

RECEIVED

FEB 04 1999

TECHNOLOGY CENTER 3700

LETTER

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

February 3, 1999

RECEIVED

Sir:

FEB 03 1999

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	9-307374	November 10, 1997

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By  clg # 40,417
Terrell C. Birch, #19,382

TCB:MH/pjh
1472-177P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

K. KANEKO et al.
Appl. No. 09/188,190
filed Nov. 10, 1998
Bintl. Stewart, et al.
(703) 205-8000
Docket No. 1472-177P

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

FEB 03 1999

1997年11月10日

出 願 番 号

Application Number:

平成 9 年特許願第 3 0 7 3 7 4 号

出 願 人

Applicant (s):

三菱自動車工業株式会社

RECEIVED

FEB 04 1999

TECHNOLOGY CENTER 3700

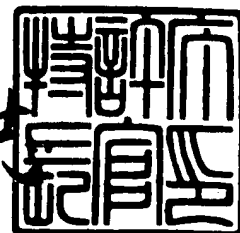
BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1998年10月30日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



【書類名】 特許願

【整理番号】 97J0430

【提出日】 平成 9年11月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B01D 53/86
B01D 53/94
F01N 3/20

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会
社内

【氏名】 金子 勝典

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会
社内

【氏名】 古賀 一雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会
社内

【氏名】 安東 弘光

【特許出願人】

【識別番号】 000006286

【氏名又は名称】 三菱自動車工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092978

【弁理士】

【氏名又は名称】 真田 有

【電話番号】 0422-21-4222

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007696

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006046

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に設けられ、排気空燃比がリーン有的时候に NO_x を吸着し排ガス中の酸素濃度が低下したときに吸着した NO_x を脱離する NO_x 触媒と、

該 NO_x 触媒の上流側の排気通路に設けられ、 O_2 ストレージ能力が低いライトオフ触媒と、

該 NO_x 触媒の NO_x 浄化効率が低下した場合に該 NO_x 触媒の近傍が酸素濃度低下雰囲気となるように制御する制御手段とを備えることを特徴とする、内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の排気通路に設けられ、排ガス中の有害成分、特に、 NO_x を浄化する、内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、一層の燃費向上を図るべく希薄燃焼可能な内燃機関（エンジン）が開発されており、このような内燃機関では希薄燃焼時の NO_x の発生に対し、従来より備えられた三元触媒（ストイキオ近傍で三元機能を有する）を用いて浄化することは困難である。

【0003】

そこで、酸素過剰雰囲気では排ガス中の NO_x を吸着し、酸素濃度が低下すると吸着した NO_x を脱離する機能を有する触媒（吸蔵型リーン NO_x 触媒、トラップ型リーン NO_x 触媒）が開発されている。

つまり、リーン NO_x 触媒とは、酸素濃度過剰雰囲気では、排ガス中の NO_x を酸化させて硝酸塩を生成し、これにより NO_x を吸着する一方、酸素濃度が低下した雰囲気では、リーン NO_x 触媒に吸着した硝酸塩と排ガス中の CO とを反

応させて炭酸塩を生成し、これにより NO_x を脱離する機能を有する。そして、脱離した NO_x は、リーン NO_x 触媒の有する三元機能、又は下流側に設けた三元触媒等によって浄化される。

【0004】

このような機能を有するリーン NO_x 触媒によって、リーン運転時にも排ガス中の NO_x を確実に浄化できるようにしているが、このようなリーン NO_x 触媒だけでは、例えばエンジンの冷態始動時に、排ガス中のHCを確実に低減させることは難しい。

このため、エンジンの冷態始動時にも排ガス中のHCを確実に低減させることができるように、通常の触媒よりも上流側のエンジンの直下流側にライトオフ触媒（L/O触媒，FCC：Front Catalytic Converter）を設けることが提案されている。

【0005】

例えば、特開平8-294618号公報（第1公報）には、エンジンの直下流側の排気通路に三元触媒コンバータ（ライトオフ触媒）を設けるとともに、排気通路の下流側（床下側）に NO_x 貯蔵触媒コンバータを設け、空燃比を一時的に理論空燃比を基準にしてリッチ域及びリーン域に変動させる空燃比パーターベーションを所定時間行なうことによって NO_x 貯蔵触媒コンバータに貯蔵された SO_x をリッチ雰囲気で還元する技術が開示されている。

【0006】

また、特開平5-187230号公報（第2公報）には、選択還元型の NO_x 触媒の上流側に、HC低減手段として三元触媒からなるスタート触媒（ライトオフ触媒）を設ける技術に関し、スタート触媒をエンジン始動直後にできるだけ速やかに活性化温度になるように排気マニホールド直下に配置して、 NO_x 触媒に入るガスのHC濃度がアイドル時のストイキ時においても NO_x 触媒の白金のHC吸着被毒を生じさせない濃度に維持されるようにした技術が開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、ライトオフ触媒としては、上述の第1及び第2公報に開示されてい

るように、三元触媒 (TWC : Three Way Catalyst) が用いられており、このライトオフ触媒として用いられる三元触媒又は酸化触媒には O_2 ストレージ機能を有するセリア CeO_2 が備えられている。

【0008】

これは、通常運転時にストイキオフィードバック運転又はリーン運転が行なわれるエンジンであっても加速時等の過渡状態ではリッチ運転を行なう場合もあり、このような場合には排ガス中に O_2 が足りなくなるため、ライトオフ触媒のセリア CeO_2 に蓄えられている O_2 を利用してHCを酸化し、これにより、リッチ運転時にもHCを確実に低減できるようにするためである。

【0009】

しかしながら、上述の第1及び第2公報に開示されているように、リーン NO_X 触媒とライトオフ触媒との双方を配設する場合、ライトオフ触媒にはセリア CeO_2 が担持されているため、リーン NO_X 触媒に吸着した NO_X を確実に脱離させることができない。

つまり、リーン NO_X 触媒の近傍を酸素濃度低下雰囲気としてリーン NO_X 触媒に吸着した NO_X を脱離させて NO_X 浄化効率を復活させるために、例えば追加燃料噴射を行なう等の復活制御 (リッチスパイク) を行なったとしても、この復活制御によって供給されたHCはライトオフ触媒のセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 によって酸化されて消費されてしまうため、リーン NO_X 触媒に吸着した NO_X を確実に脱離させることができず、リーン NO_X 触媒の NO_X 浄化効率を十分に復活させることができないことになる。

【0010】

ところで、燃料や潤滑油中にはイオウ成分 (S成分) が含まれており、このようなイオウ成分も排ガス中に含まれている。このため、リーン NO_X 触媒は、酸素濃度過剰雰囲気では NO_X を吸着するとともに、このようなイオウ成分も吸着することになる。つまり、燃料や潤滑油中に含まれているイオウ成分は燃焼し、更に、リーン NO_X 触媒上で酸化されて SO_3 になる。そして、この SO_3 の一部がリーン NO_X 触媒上でさらに NO_X 用の吸蔵剤と反応して硫酸塩となってリーン NO_X 触媒に吸着する。

【0011】

したがって、リーン NO_x 触媒には、硝酸塩と硫酸塩とが吸着することになるが、硫酸塩は硝酸塩よりも塩としての安定度が高く、酸素濃度が低下した雰囲気になってもその一部しか分解されないため、リーン NO_x 触媒に残留する硫酸塩の量は時間とともに増加する。これにより、リーン NO_x 触媒の NO_x 吸着能力が時間とともに低下し、リーン NO_x 触媒の浄化効率が低下することになる（これを、S被毒という）。

【0012】

このため、リーン NO_x 触媒にこのようなS被毒が発生した場合に、リーン NO_x 触媒からイオウ成分（ SO_x ）を脱離させる必要がある。

しかしながら、上述の第1及び第2公報に開示されているように、リーン NO_x 触媒とライトオフ触媒との双方を配設する場合、ライトオフ触媒にはセリア CeO_2 が備えられているためリーン NO_x 触媒に吸着した SO_x を脱離させることができない。

【0013】

つまり、リーン NO_x 触媒の近傍を酸素濃度低下雰囲気としてリーン NO_x 触媒に吸着した SO_x を脱離させてリーン NO_x 触媒を再生させるために、例えば空燃比をリッチ化して排ガス中の酸素濃度を低下させる等の再生制御を行なったとしても、この再生制御によって供給されたCOとライトオフ触媒のセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 とが反応してしまい、 SO_x の脱離に必要なCOが酸化されて消費されてしまうため、リーン NO_x 触媒に吸着した SO_x を脱離させることができず、リーン NO_x 触媒を再生させることができないことになる。

【0014】

また、エンジンから排出される SO_2 とライトオフ触媒のセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 とが反応して SO_3 が生成されてしまい（ $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$ ）、この SO_3 がさらに後方のリーン NO_x 触媒に吸着してしまうことになる。

本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、機関の冷態始動時に排ガス中のHCを確実に低減させるとともに、 NO_x 触媒に NO_x や SO_x が吸着し

て NO_x 浄化効率が低下した場合であっても、 NO_x 触媒から NO_x や SO_x を確実に脱離させることができるようにして、その耐久性を高めた、内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

このため、本発明の内燃機関の排気浄化装置では、内燃機関の排気通路に、排気空燃比がリーンのときに NO_x を吸着し排ガス中の酸素濃度が低下したときに吸着した NO_x を脱離する NO_x 触媒が設けられる。また、 NO_x 触媒の上流側の排気通路には、 O_2 ストレージ能力が低いライトオフ触媒を設ける。そして、 NO_x 触媒の NO_x 浄化効率が低下した場合に制御手段によって NO_x 触媒の近傍が酸素濃度低下雰囲気となるように制御される。

【0016】

これにより、 NO_x 触媒に NO_x や SO_x が吸着して NO_x 浄化効率が低下した場合であっても、 NO_x 触媒から NO_x や SO_x を確実に脱離させることができるようにして、その耐久性が高められる。

好ましい実施態様としては、排気通路の上流側に設けられるライトオフ触媒を、三元触媒としての機能と、排ガス中の SO_x を直接浄化したり、或いは排気空燃比がリーンの時に SO_x を吸着し、排気空燃比がリッチの時に吸着した SO_x を脱離する SO_x 触媒としての機能とを併せもったものとして構成する。

【0017】

また、 NO_x 触媒を、 NO_x 触媒としての機能と三元触媒としての機能とを併せもったものとして構成するのが好ましい。

【0018】

【発明の実施形態】

以下、図面により、本発明の実施の形態について説明する。

本発明の一実施形態にかかる内燃機関の排気浄化装置について、図1～図8を参照しながら説明する。

本発明の一実施形態にかかる排気浄化装置は内燃機関に備えられるため、まず、内燃機関について説明する。

【0019】

この内燃機関は、図1に示すように構成されており、吸気、圧縮、膨張、排気の各行程を一作動サイクル中にそなえる内燃機関、即ち4サイクルエンジンであって、火花点火式で、且つ、燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内噴射型内燃機関（筒内噴射エンジン）として構成される。

燃焼室1には、吸気通路2および排気通路3が連通しうるように接続されており、吸気通路2と燃焼室1とは吸気弁4によって連通制御されるとともに、排気通路3と燃焼室1とは排気弁5によって連通制御されるようになっている。

【0020】

また、吸気通路2には、図示しないエアクリーナ及びスロットル弁が設けられており、排気通路3には、排気浄化装置6および図示しないマフラ（消音器）が設けられている。なお、排気浄化装置6の詳細については後述する。

また、インジェクタ（燃料噴射弁）8は、気筒内の燃焼室1へ向けて燃料を直接噴射すべく、その開口を燃焼室1に臨ませるように配置されている。また、当然ながら、このインジェクタ8は各気筒毎に設けられており、例えば本実施形態のエンジンが直列4気筒エンジンであるとする、インジェクタ8は4個設けられることになる。

【0021】

このような構成により、図示しないスロットル弁の開度に応じ図示しないエアクリーナを通じて吸入された空気が吸気弁4の開放により燃焼室1内に吸入され、この燃焼室1内で、吸入された空気と制御手段としての電子制御ユニット（ECU）20からの信号に基づいてインジェクタ8から直接噴射された燃料とが混合され、燃焼室1内で点火プラグ7を適宜のタイミングで点火させることにより燃焼せしめられて、エンジントルクを発生させたのち、排ガスが燃焼室1内から排気通路3へ排出され、排気浄化装置6で排ガス中のCO、HC、NO_xの3つの有害成分を浄化されてから、マフラで消音されて大気側へ放出されるようになっている。

【0022】

また、このエンジンには種々のセンサが設けられており、センサからの検出信

号がECU20へ送られるようになっている。

例えば、排気通路3の排気浄化装置6の上流側部分には NO_x センサ9（以下、上流側 NO_x センサ9という）が設けられており、また、後述するリーン NO_x 触媒13の下流側部分にも NO_x センサ10（以下、下流側 NO_x センサ10という）が設けられている。そして、これらの上流側 NO_x センサ9及び下流側 NO_x センサ10からの検出情報に基づいて排気浄化装置6による NO_x 浄化効率を演算できるようになっている。なお、 NO_x 浄化効率の演算については後述する。

【0023】

本エンジンについてさらに説明すると、このエンジンは、吸気通路2から燃焼室1内に流入した吸気流が縦渦（逆タンブル流）を形成するように構成され、燃焼室1内で、吸気流がこのような縦渦流を形成するので、この縦渦流を利用しながら例えば燃焼室1の頂部中央に配設された点火プラグ9の近傍のみに少量の燃料を集めて、点火プラグ9から離隔した部分では極めてリーンな空燃比状態とすることができ、点火プラグ9の近傍のみを理論空燃比又はリッチな空燃比とすることで、安定した層状燃焼（層状超リーン燃焼）を実現しながら、燃料消費を抑制することができるものである。この場合の最適な燃料噴射のタイミングとしては、空気流動が弱く点火時まで燃料が拡散し過ぎない圧縮行程後期である。

【0024】

また、このエンジンから高出力を得る場合には、インジェクタ8からの燃料が燃焼室1全体に均質化され、全燃焼室1内を理論空燃比やリーン空燃比の混合気状態にさせて予混合燃焼を行なえばよく、もちろん、理論空燃比による方がリーン空燃比によるよりも高出力が得られるが、これらの際にも、燃料の霧化及び気化が十分に行なわれるようなタイミングで燃料噴射を行なうことで、効率よく高出力を得ることができる。このような場合の最適な燃料噴射のタイミングとしては、吸気流を利用して燃料の霧化及び気化を促進できるように、吸気行程中には燃料噴射を終えるように設定する。

【0025】

このため、本エンジンでは、燃料噴射の態様として、圧縮行程燃料噴射による

層状燃焼によって燃料の極めて希薄な状態（即ち、空燃比が理論空燃比よりも極めて大）での運転（超リーン燃焼運転）を行なう超リーン運転モード（圧縮リーン運転モード）と、超リーン運転モードほどではないが燃料の希薄な状態（即ち、空燃比が理論空燃比よりも大）で運転を行なうリーン運転モード（吸気リーン運転モード）と、空燃比が理論空燃比となるように O_2 センサ情報等に基づいてフィードバック制御を行なうストイキオ運転モード（ストイキオフィードバック運転モード）と、燃料の過濃な状態（即ち、空燃比が理論空燃比よりも小）での運転を行なうエンリッチ運転モード（オープンループモード）とが設けられている。

【0026】

そして、このような各種の運転モードから一つのモードを選択してエンジンの運転を制御することになるが、この運転モード選択は、エンジンの回転数 N_e 及び負荷状態を示す有効圧力 P_e に基づいて行なわれるようになっている。

つまり、エンジンの回転数 N_e が低く負荷 P_e も小さい場合には、圧縮リーン運転モード（圧-L）が選択され、エンジンの回転数 N_e や負荷 P_e がこれよりも大きくなるのにしたがって、吸気リーン運転モード（吸-L）、ストイキオフィードバック運転モード（S/F）、オープンループモード（O/L）が選択されるようになっている。

【0027】

なお、運転モードの選択、設定については、さらに後述する。

次に、本実施形態にかかる排気浄化装置6について説明する。

本排気浄化装置6は、図1に示すように、ライトオフ触媒（L/O触媒，FC C）11と、リーン NO_x 触媒（ NO_x 触媒， NO_x -TRAP）13と、三元触媒（TWC：Three Way Catalyst）14とを備えて構成される。

【0028】

このうち、ライトオフ触媒11は、排ガス中のCO，HC及び NO_x を浄化する機能を有する三元触媒により構成される。

このライトオフ触媒11は、エンジンの冷態始動時から高温の排ガスによって直ちに活性化温度になるように、エンジンの燃焼室1の直下流側の排気通路3に

配設されており、特に、エンジンの冷態始動時に排ガス中のHCを低減するようになっている。なお、ライトオフ触媒11は、リーン NO_x 触媒13の上流側の排気通路3に設けられることになる。

【0029】

また、このライトオフ触媒11は、一般に O_2 ストレージ機能を有するセリア CeO_2 を備えて構成されるが、本実施形態では、ライトオフ触媒11のセリア CeO_2 の担持量を少なくする（これには、担持量をゼロにする場合も含まれる）ことにより、ライトオフ触媒11の O_2 ストレージ能力を低下させている。

この場合、ライトオフ触媒11のセリア CeO_2 の担持量を少なくするには、図2(a)に示すように、セリア CeO_2 を全く担持しない構造のものとすれば良い。また、図2(b)に示すように、ライトオフ触媒11が多層構造（図2(b)では、A層とB層とからなる2層構造のものを示している）になっている場合は、1部の層のみ（例えば、A層のみ又はB層のみ）セリア CeO_2 を全く担持しない構造のものとすれば良い。

【0030】

なお、このようにセリア CeO_2 の担持量を少なくする場合、エンジンの冷態始動時にリッチ運転が行なわれてHCが排出されないように空燃比制御をより正確に行なう必要がある。

これは、後述するようにリーン NO_x 触媒13の近傍を酸素濃度低下雰囲気としてリーン NO_x 触媒13に吸着した NO_x を脱離させ、 NO_x 浄化効率を復活させるための復活制御（リッチスパイク）を行なった場合に、この復活制御によって供給されたHCがライトオフ触媒11のセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 によって酸化されて消費されるのを抑制するためである。

【0031】

また、後述するようにリーン NO_x 触媒13の近傍を酸素濃度低下雰囲気としてリーン NO_x 触媒13に吸着した SO_x を脱離させ、 NO_x 浄化効率を再生させるための再生制御を行なった場合に、この再生制御によって供給されたCOがライトオフ触媒11のセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 によって酸化されて消費されるのを抑制するためである。

【0032】

このように、ライトオフ触媒11のセリア CeO_2 の担持量を少なくすることによって、リーン NO_x 触媒13に吸着した NO_x や SO_x を確実に脱離させることができるようになり、これにより、リーン NO_x 触媒13の耐久性を高めることができる。

三元触媒14は、排気通路3の下流側（床下側）に配設され、特に、エンジンの暖機後に排ガス中の CO 、 HC 及び NO_x を浄化するものである。

【0033】

この三元触媒14は、ストイキオフィードバック運転モード時には、排ガス中の CO 、 HC 及び NO_x を浄化し、リーン運転モード時には CO 、 HC を酸化する機能を有するものである。

なお、本実施形態では、ライトオフ触媒11をセリア CeO_2 を備えないもの（或いは、セリア CeO_2 の量を低減したもの）として構成しており、この場合、 O_2 ストレージ能力が低下し、排ガス中の HC の浄化効率が低下すると考えられるため、この三元触媒14を O_2 ストレージ機能を有するセリア CeO_2 を備えるものとして構成し、排ガス中の HC の浄化効率を向上させるようにしても良い。

【0034】

リーン NO_x 触媒6Aは、三元触媒14の上流側の排気通路（床下側の排気通路）3に設けられており、エンジンは空燃比をリーンにしながら節約運転を行なえるリーン運転時にも排ガス中の NO_x を十分に浄化できるようになっている。

このリーン NO_x 触媒6Aは、 NO_x を触媒上に吸着することにより排ガス中の NO_x を浄化するタイプのもの（吸蔵型リーン NO_x 触媒、トラップ型リーン NO_x 触媒）で、例えば図3（a）に示すように、アルミナ Al_2O_3 を基材とし、この基材上に、吸蔵材としてバリウム Ba 等の金属成分 M 、活性金属として白金 Pt がそれぞれ担持されて構成される。

【0035】

このリーン NO_x 触媒13に担持される金属成分 M は、酸素過剰雰囲気中で排ガス中の NO_x を吸着し、酸素濃度が低下すると吸着した NO_x を脱離する NO_x

の吸着、脱離機能を有するもので、例えばバリウムBa、ナトリウムNa、カリウムKのうちの少なくとも何れか一つの金属成分Mを担持するものとして構成すれば良い。

【0036】

なお、本実施形態のリーン NO_x 触媒13では、基材をアルミナ Al_2O_3 としているが、酸化ジルコニウム ZrO_2 等の他の基材を用いることもできる。また、リーン NO_x 触媒13は、三元機能を有するものとして構成しても良い。

次に、このように構成されるリーン NO_x 触媒13における NO_x の吸着、脱離機能について説明する。

【0037】

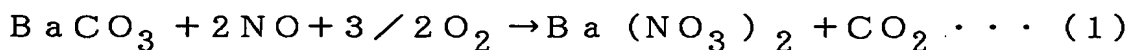
酸素過剰雰囲気（リーン雰囲気）では、図3（b）に示すように、まず、 O_2 が白金Ptの表面に吸着し、排ガス中のNOが白金Ptの表面上で O_2 と反応して NO_2 となる（ $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ ）。

一方、リーン NO_x 触媒13に担持されている吸蔵材、例えばバリウムBaについて説明すると、バリウムBaの一部は O_2 と反応し、酸化バリウムBaOとなって存在し、この酸化バリウムBaOは、さらに、排ガス中のCO等と反応して炭酸バリウム BaCO_3 となる。

【0038】

このような状況下で、生成された NO_2 の一部が白金Pt上でさらに酸化バリウムBaO及びCOから生成された炭酸バリウム BaCO_3 と反応して硝酸バリウム $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ が生成され、リーン NO_x 触媒13に吸着される。

このような反応を化学反応式で示すと、以下の反応式（1）のようになる。

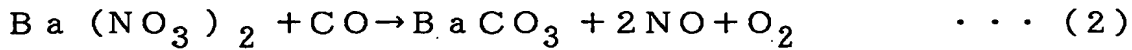


一方、酸素濃度が低下した雰囲気（リッチ雰囲気）では、図3（c）に示すように、 NO_2 の生成量が低下し、逆方向の反応が進み、リーン NO_x 触媒13から NO_2 が脱離される。

【0039】

つまり、リーン NO_x 触媒13に吸着している硝酸バリウム $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ と排ガス中のCOとが白金Ptの表面上で反応し、 NO_2 及び炭酸バリウムBa

CO_3 が生成され、 NO_2 がリーン NO_x 触媒13から脱離される。これを化学反応式で示すと、以下の反応式(2)のようになる。



ただし、 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ (なお、 NO の一部は、そのまま排出される。)

次いで、脱離された NO_2 は排ガス中の未燃 HC 、 H_2 、 CO により還元され、 N_2 として排出される($\text{NO} + \text{CO} \rightarrow 1/2\text{N}_2 + \text{CO}_2$)、($\text{NO} + \text{H}_2 \rightarrow 1/2\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$)。

【0040】

このように、リーン NO_x 触媒13には、硝酸バリウム $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 及び炭酸バリウム BaCO_3 が化学平衡の状態が存在し、リーン NO_x 触媒13の近傍の雰囲気に応じて各方向への反応が生じることになる。

ところで、このようなリーン NO_x 触媒6Aは、酸素過剰雰囲気で排ガス中の SO_x を吸着し、所定の高温雰囲気下では、酸素濃度が低下すると吸着した SO_x の一部を脱離する性質も有している。

【0041】

つまり、このリーン NO_x 触媒13は、図4(a)に示すように、酸素過剰雰囲気(リーン雰囲気)では、 O_2 が白金Ptの表面に吸着し、燃料や潤滑油に含まれる硫黄成分が、燃焼後 SO_2 として排出され、この排ガス中に含まれる SO_2 が白金Ptの表面上で O_2 と反応して SO_3 となる($2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$)。

【0042】

次いで、生成された SO_3 の一部が白金Ptを触媒として炭酸バリウム BaCO_3 と反応することによって硫酸バリウム BaSO_4 が生成され、リーン NO_x 触媒13に吸着される。

これを化学反応式で示すと、以下の反応式(3)のようになる。



一方、酸素濃度が低下した雰囲気(リッチ雰囲気)では、図4(b)に示すように、リーン NO_x 触媒13に吸着している硫酸バリウム BaSO_4 の一部と排

ガス中のCOとが白金Ptの触媒作用により、炭酸バリウムBaCO₃及びSO₂が生成され、SO₂がリーンNO_x触媒13から脱離される。これを化学反応式で示すと、以下の反応式(4)のようになる。

【0043】



ところで、このようなリーンNO_x触媒13では、NO_xの吸着、脱離作用によりNO_xを浄化するため、NO_xが吸着したら、適宜脱離させる必要がある。

また、リーンNO_x触媒13では、炭酸バリウムBaCO₃及び硫酸バリウムBaSO₄が化学平衡の状態が存在し、リーンNO_x触媒13の近傍の雰囲気に応じて各方向への反応が進み易くなる。つまり、排ガスの空燃比(排気空燃比)が小さくなる程(即ち、空燃比がリッチになる程)、硫酸バリウムBaSO₄が分解し易くなり、炭酸バリウムBaCO₃が生成され易くなる。逆に、排ガスの空燃比が大きくなる程(即ち、空燃比がリーンになる程)、炭酸バリウムBaCO₃が分解し易くなり、硫酸バリウムBaSO₄が生成され易くなる。

【0044】

しかしながら、実際には、硫酸バリウムBaSO₄は分解しにくいいため、酸素濃度が低下しても(即ち、空燃比がリッチになっても)硫酸バリウムBaSO₄は分解されずに残ってしまう。これにより、使用されたバリウムBa分だけ硝酸バリウムBa(NO₃)₂が生成されなくなり、リーンNO_x触媒13によるNO_xの浄化能力が低下することになるため(これを、S被毒という)、リーンNO_x触媒13に吸着したSO_xも適宜脱離させる必要がある。

【0045】

さらに、例えば燃料や潤滑油中に含まれるイオウ成分の濃度が高い場合であって、目標ライフタイム(例えば、走行距離約10万km)に達する前にリーンNO_x触媒13が劣化し、NO_x浄化効率が著しく低下した場合であっても、大気中に排出されるNO_xの濃度が法規制による許容値を超えないようにする必要もある。

【0046】

このため、本実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関では、リーンNO_x触媒13

の NO_x 浄化効率が NO_x の吸着によって低下した場合に吸着した NO_x を脱離させて NO_x 浄化効率を復活させるための制御（復活制御）、リーン NO_x 触媒13に SO_x が吸着して NO_x 浄化効率が低下した場合に吸着した SO_x を脱離させてリーン NO_x 触媒13を再生させるための制御（再生制御）が行なわれるようになっている。

【0047】

したがって、本実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関のECU20には、図5の機能ブロック図に示すように、 NO_x 浄化効率演算手段21と、 NO_x 浄化効率判定手段22と、運転モード設定手段23と、運転モード選択手段24と、燃料噴射制御手段25とが設けられている。

ここで、 NO_x 浄化効率演算手段21は、上流側 NO_x センサ9及び下流側 NO_x センサ10からの検出情報に基づいて、リーン NO_x 触媒13による NO_x の浄化効率を算出するものである。つまり、 NO_x 浄化効率演算手段21は、上流側 NO_x センサ9による検出値 A_1 と下流側 NO_x センサ10による検出値 A_2 とからリーン NO_x 触媒13による NO_x の浄化効率（ $=A_2 / A_1$ ）を算出するようになっている。

【0048】

この NO_x 浄化効率演算手段21による NO_x 浄化効率の算出は、運転モードが吸気リーン運転モードや圧縮リーン運転モード等のリーン運転モードに切り換わってから一定期間経過した後に行なわれるようになっている。このため、 NO_x 浄化効率演算手段21には、タイマ29のカウント値が読み込まれるようになっており、カウント値が設定値に達したら演算を行なうようになっている。

【0049】

NO_x 浄化効率判定手段22は、リーン NO_x 触媒13の NO_x 浄化効率が NO_x の吸着によって低下した場合に NO_x 浄化効率を復活させるための制御（復活制御）、リーン NO_x 触媒13に SO_x が吸着し NO_x 浄化効率が低下した場合にリーン NO_x 触媒13を再生させるための制御（再生制御）のうちのいずれかの制御を行なう必要があるか否かを判定するものである。

【0050】

このため、 NO_x 浄化効率判定手段 22 には、復活制御用判定手段 22A と、再生制御用判定手段 22B とが備えられている。

まず、復活制御用判定手段 22A は、復活制御を行なう必要があるか否かを判定すべく、吸気リーン運転モードや圧縮リーン運転モード等のリーン運転モードでの運転が所定時間（例えば、約 60 秒）行なわれたか否かを判定するものである。このため、復活制御用判定手段 22A には、タイマ 29 のカウント値が読み込まれるようになっている。

【0051】

そして、この復活制御用判定手段 22A によって、リーン運転モードでの運転が所定時間（例えば、約 60 秒）行なわれたと判定された場合は、復活制御を行なう必要があると判定し、後述する燃料噴射制御手段 25 に備えられる追加燃料噴射制御手段 27 に出力するようになっている。

再生制御用判定手段 22B は、再生制御を行なう必要があるか否かを判定すべく、 NO_x 浄化効率演算手段 21 によって算出された復活制御後の NO_x 浄化効率 η が再生制御用判定値 a よりも小さくなったか否かを判定するものである。

【0052】

そして、この再生制御用判定手段 22B によって、復活制御後の NO_x 浄化効率 η が再生制御用判定値 a よりも小さくなったと判定された場合は、再生制御を行なう必要があると判定し、後述する燃料噴射制御手段 25 に備えられる追加燃料噴射制御手段 27 に出力するようになっている。

なお、再生制御用判定値 a は、図 7 に示すように、燃料中に含まれるイオウ成分の濃度が 100 ppm の場合で、走行距離が約 1 万 km に達したときのリーン NO_x 触媒 13 の NO_x 浄化効率に相当する値として設定される。

【0053】

ところで、燃料噴射制御手段 24 は、通常燃料噴射制御手段 25 と、追加燃料噴射制御手段 26 とを備えて構成される。

このうち、追加燃料噴射制御手段 25 は、復活制御用判定手段 22A によって復活制御が必要であると判定された場合に復活制御として追加燃料噴射が行なわれ、また、再生制御用判定手段 22B によって再生制御が必要であると判定され

た場合に再生制御として追加燃料噴射が行なわれるように、燃料噴射弁 8 の作動を制御するものである。

【0054】

この追加燃料噴射制御手段 25 は、各種センサ類 28 からの検出情報（例えば、エンジン回転数情報や機関負荷情報）に基づいて、追加燃料噴射の噴射開始時期 T_{INJ} を設定するとともに、各サイクル内での追加燃料の噴射時間を設定するようになっている。

まず、復活制御として追加燃料噴射を行なうための追加燃料噴射の噴射開始時期 T_{INJ} 及び噴射時間の設定について説明する。

【0055】

この復活制御として追加燃料噴射を行なうための噴射開始時期 T_{INJ} 及び噴射時間は、図 6 (a) に示すように、リーン NO_X 触媒 13 の近傍が酸素濃度の低下したリッチ雰囲気となるように設定される。

例えば、リッチ雰囲気とするためには、空燃比を約 13 に設定して、約 2 秒間実施されるようにする。この場合、復活制御としての追加燃料噴射が開始されたらタイマ 29 がカウントを開始するようにし、追加燃料噴射制御手段 27 にはタイマ 29 のカウント値が読み込まれるようにすれば良い。

【0056】

なお、この復活制御としての追加燃料噴射は、リーン NO_X 触媒 13 の近傍をリッチ雰囲気とするためのものであるため、リッチスパイクともいう。

このような制御を行なうのは、吸気リーン運転モードや圧縮リーン運転モード等のリーン運転モードでの運転が行なわれると、リーン NO_X 触媒 13 の近傍は酸素過剰雰囲気（リーン雰囲気）となり、上述の反応式 (1) で示される反応が進むため、これらのリーン運転モードが所定時間（例えば、約 60 秒）以上行なわれると、リーン NO_X 触媒 13 に多量の NO_X が吸着されて、リーン NO_X 触媒 13 による NO_X 浄化効率が徐々に低下することになるからである。

【0057】

これにより、リーン NO_X 触媒 13 への NO_X 吸着量が増加することによって NO_X 浄化効率が低下しても、追加燃料噴射制御手段 27 によって復活制御とし

て追加燃料噴射が行なわれて、上述の反応式(2)に示すような反応が促進されるため、リーン NO_x 触媒13から NO_x を脱離させることができ、図6(b)に示すように、リーン NO_x 触媒13による NO_x 浄化効率を向上させることができる。なお、図6(b)は、図7のX部の部分拡大図である。

【0058】

このようなリーン NO_x 触媒13の復活制御に際しては、本実施形態では、ライトオフ触媒11のセリア CeO_2 の担持量を少なくしているため、復活制御によって供給されたHCがライトオフ触媒11に備えられるセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 によって酸化されて消費されるのが抑制され、これにより、リーン NO_x 触媒13に吸着した NO_x を確実に脱離させることができ、その耐久性を高めることができるのである。

【0059】

次に、再生制御として追加燃料噴射を行なうための追加燃料噴射の噴射開始時期 T_{INJ} 及び噴射時間の設定について説明する。

この再生制御として追加燃料噴射を行なうための噴射開始時期 T_{INJ} 及び噴射時間は、リーン NO_x 触媒13の近傍を酸素濃度が低下したリッチ雰囲気（例えば、 A/F =約12）とし、かつ、所定温度（例えば、約600℃）以上となるように設定され、所定時間（例えば、約3分）行なわれるようになっている。

【0060】

つまり、この追加燃料噴射制御手段27による再生制御としての追加燃料噴射は、各気筒の膨張行程後期から排気行程末期までの間であって、通常燃料噴射による燃焼（主燃焼）時の熱が存在する期間（以下、熱残存期間という）に行なわれるように噴射開始時期 T_{INJ} が設定される。

このように噴射開始時期 T_{INJ} を設定するのは、追加燃料噴射によって噴射された燃料を、確実に燃焼（以下、再燃焼ともいう）させ、これによりリーン NO_x 触媒13に付着した SO_x を脱離させるべく、リーン NO_x 触媒13の近傍を酸素濃度が低下したリッチ雰囲気とし、かつ、高温雰囲気（例えば、約600℃）とするためである。

【0061】

具体的には、追加燃料噴射制御手段25は、この膨張行程後期以降の追加の燃料噴射において基本となる基本燃料噴射開始時期 $T_{b\ INJ}$ を、冷却水温度 θ_W 、EGR量、主燃焼における点火時期 T_{IG} によって補正することにより噴射開始時期 T_{INJ} を設定する。

また、追加燃料噴射制御手段104は、膨張行程以降の追加の燃料噴射において基本となる基本駆動時間 t_B を、噴射開始時期 T_{INJ} 、触媒温度 $\theta_{C.C}$ によって補正することによりインジェクタ駆動時間 t_{PLUS} を設定する。

【0062】

このような制御を行なうのは、所定時間（例えば、約60秒）毎にリーン NO_X 触媒13の復活制御としてリッチスパイクを行なったとしても、リーン NO_X 触媒13の近傍が酸素過剰雰囲気（リーン雰囲気）となると、リーン NO_X 触媒13では、上述の反応式（3）で示される反応も進むため、リーン NO_X 触媒13に徐々に SO_X も吸着し、リーン NO_X 触媒13に硫酸バリウム $BaSO_4$ として吸着し、リーン NO_X 触媒13の近傍の酸素濃度が低下しても（即ち、排気空燃比がリッチになっても）、硫酸バリウム $BaSO_4$ は分解されずにリーン NO_X 触媒13に吸着したままとなってしまうため、 SO_X の吸着に使用されたバリウムBa分だけ硝酸バリウム $Ba(NO_3)_2$ が生成されなくなり、これにより、リーン NO_X 触媒13による NO_X の浄化能力が低下するからである。

【0063】

なお、所定時間を計測するために、再生制御としての追加燃料噴射制御が開始されるとタイマ29がカウントを開始するようになっており、追加燃料噴射制御手段25には、タイマ29のカウント値が読み込まれるようになっている。

これにより、リーン NO_X 触媒13への SO_X 吸着量が増加することによって NO_X 浄化効率が低下しても、再生制御としての追加燃料噴射制御によって、上述の反応式（4）に示すような反応が促進され、リーン NO_X 触媒13から SO_X を脱離させることができるため、図7に実線Aで示すように、リーン NO_X 触媒13による NO_X 浄化効率を向上させることができる。

【0064】

なお、図7中、実線Aは復活制御後の NO_X 浄化効率を示しており、破線Bは

再生制御後の NO_x 浄化効率を示している。

このようなリーン NO_x 触媒 13 の再生制御に際しては、本実施形態ではライトオフ触媒 11 のセリア CeO_2 の担持量を少なくしているため、この再生制御によって供給された CO がライトオフ触媒 11 のセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 によって酸化されて消費されるのを抑制することができ、これにより、リーン NO_x 触媒 13 に吸着した SO_x を確実に脱離させることができ、その耐久性を高めることができるのである。

【0065】

本実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関は、上述のように構成されるため、例えば図 8 のフローチャートに示すようにして、復活制御、再生制御が行なわれる。

まず、ステップ S10 で、復活制御モード（リッチスパイクモード）を実行する。このリッチスパイクモードでは、図 8 中には詳細に示さないが、次のような処理を行なう。

【0066】

つまり、リーン NO_x 触媒 13 には、圧縮リーン運転モードや吸気リーン運転モード等のリーン運転モードでの運転が行なわれると、次第に NO_x 吸着量が増加するため、このようにリーン NO_x 触媒 13 に吸着した NO_x を脱離させてリーン NO_x 触媒 13 の NO_x 浄化効率を復活させるべく復活制御を行なう必要があるか否かを判定する。

【0067】

この復活制御を行なう必要があるか否かは、復活制御用判定手段 22A によって吸気リーン運転モードや圧縮リーン運転モード等のリーン運転モードでの運転が所定時間（例えば、約 60 秒）が経過したか否かによって判定する。

この判定の結果、復活制御が必要であると判定された場合は、追加燃料噴射制御手段 27 によって復活制御としての追加燃料噴射（リッチスパイク）が行なわれる。

【0068】

これにより、リーン NO_x 触媒 13 の近傍がリッチ雰囲気とされて、リーン NO_x 触媒 13 に吸着した NO_x が脱離されるため、リーン NO_x 触媒 13 による

NO_x 浄化効率が上昇する。

この場合、本実施形態にかかるライトオフ触媒 11 のセリア CeO_2 の担持量は少ないため、復活制御によって供給された HC がライトオフ触媒 11 に備えられるセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 によって酸化されて消費されるのが抑制され、これにより、リーン NO_x 触媒 13 に吸着した NO_x を確実に脱離される。

【0069】

しかしながら、このように所定時間（例えば、約 60 秒）毎に復活制御が行なわれたとしても、リーン NO_x 触媒 13 には SO_x も吸着し、一旦吸着した SO_x は上述の復活制御では脱離させることができないため、次第に SO_x 吸着量が増加していき、例えば走行距離が約 1 万 km に達するころにはリーン NO_x 触媒 13 による NO_x 浄化効率が低下することになる。

【0070】

このため、ステップ S20 で、 NO_x 浄化効率演算手段 21 によって復活制御後のリーン NO_x 触媒 13 による NO_x 浄化効率 η を計算した後、ステップ S30 で、再生制御用判定手段 22B によって、復活制御後の NO_x 浄化効率 η が再生制御用判定値 a よりも小さいか否かを判定する。

この判定の結果、復活制御後の NO_x 浄化効率 η が再生制御用判定値 a よりも小さくないと判定された場合は、まだ再生制御は必要でないためステップ S10 に戻り、復活制御後の NO_x 浄化効率 η が再生制御用判定値 a よりも小さくなるまで、ステップ S10～ステップ S30 までの処理が繰り返される。

【0071】

一方、復活制御後の NO_x 浄化効率 η が再生制御用判定値 a よりも小さいと判定された場合は、リーン NO_x 触媒 13 に SO_x が吸着することによって NO_x 浄化効率が低下しており、再生制御が必要であると考えられるため、ステップ S40 に進み、再生処理モードが実行される。この再生処理モードでは、追加燃料噴射制御手段 27 によって再生制御としての追加燃料噴射が行なわれる。

【0072】

これにより、リーン NO_x 触媒 13 の近傍がリッチ雰囲気とされ、かつ、所定温度（例えば、約 600℃）以上とされて、リーン NO_x 触媒 13 に吸着した S

NO_x が脱離されるため、リーン NO_x 触媒13による NO_x 浄化効率が上昇する。

この再生制御によって供給されたCOがライトオフ触媒11のセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 によって酸化されて消費されるのを抑制することができ、これにより、リーン NO_x 触媒13に吸着した SO_x が確実に脱離される。

【0073】

そして、本制御では、ステップS10からステップS40までの処理が繰り返される。

本発明の一実施形態にかかる内燃機関の排気浄化装置は、上述のように構成されるため、以下に示すような作用、効果がある。

本内燃機関の排気浄化装置では、エンジンの冷態始動時は、エンジンの直下流側に設けられたライトオフ触媒11によって排ガス中のHCが低減される。

【0074】

また、エンジンの暖機後のストイキオフードバック運転モード時は、ライトオフ触媒11及び三元触媒14によって排ガス中のHC、CO、 NO_x が浄化される。一方、エンジンの暖機後のリーン運転モード時は、ライトオフ触媒11及び三元触媒14によって排ガス中のHC、COが浄化されるとともに、リーン NO_x 触媒13によって排ガス中の NO_x が浄化される。

【0075】

そして、リーン NO_x 触媒13に NO_x が吸着し、 NO_x 浄化効率が低下した場合には、リーン NO_x 触媒13の近傍を酸素濃度低下雰囲気としてリーン NO_x 触媒13に吸着した NO_x を脱離させ、 NO_x 浄化効率を復活させるために復活制御（リッチスパイク）が行なわれる。

この場合、本実施形態にかかるライトオフ触媒11はセリア CeO_2 の担持量が少ないため、ライトオフ触媒11のセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 による復活制御により供給されたHCの酸化が抑制される。これにより、確実にリーン NO_x 触媒13に吸着した NO_x が脱離され、 NO_x 浄化効率が復活することになる。

【0076】

また、リーン NO_x 触媒13に SO_x が吸着し、 NO_x 浄化効率が低下した場合には、リーン NO_x 触媒13の近傍を酸素濃度低下雰囲気としてリーン NO_x 触媒13に吸着した SO_x を脱離させ、 NO_x 浄化効率を再生させるために再生制御が行なわれる。

この場合、本実施形態にかかるライトオフ触媒11はセリア CeO_2 の担持量が少ないため、ライトオフ触媒11のセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 による再生制御により供給された CO の酸化が抑制される。これにより、リーン NO_x 触媒13に吸着した SO_x が確実に脱離され、リーン NO_x 触媒13が再生することになる。

【0077】

したがって、本内燃機関の排気浄化装置によれば、機関の冷態始動時には NO_x 触媒の上流側の排気通路に設けられたライトオフ触媒11によって排ガス中の HC を確実に低減させることができる一方、ライトオフ触媒11のセリア CeO_2 の担持量が少なく、 O_2 ストレージ能力が低いため、リーン NO_x 触媒13に NO_x や SO_x が吸着して NO_x 浄化効率が低下した場合であっても、リーン NO_x 触媒13から NO_x や SO_x を確実に脱離させることができ、その耐久性を高めることができるという利点がある。

【0078】

なお、本実施形態にかかる内燃機関の排気浄化装置では、リーン NO_x 触媒13の下流側の排気通路3に、リーン NO_x 触媒13とは別に三元触媒14を設けるようにしているが、リーン NO_x 触媒としての機能と三元触媒としての機能とを併せもったものとして構成しても良い。

また、本内燃機関の排気浄化装置では、リーン NO_x 触媒13が S 被毒を生じたら希薄燃焼運転領域が狭くなるように制御するとともに、三元触媒14の機能をも有効に活用するようにして、排ガス中の NO_x 成分が増大しないようにしても良い。また、希薄燃焼運転領域が狭くなるように制御するだけでも、リーン NO_x 触媒13のライフタイムを延ばすことができ、排ガス中の NO_x 成分が増大しないようにすることができるため、リーン NO_x 触媒13が三元機能を有していれば、特に三元触媒14は設けなくても良い。

【0079】

また、本内燃機関の排気浄化装置では、復活制御において、リーン NO_x 触媒13の近傍をリッチ雰囲気にするために追加燃料噴射制御手段27によって追加燃料噴射を行なうようにしているが、復活制御としてリーン NO_x 触媒13の近傍をリッチ雰囲気にする方法はこれに限られるものではなく、運転モードをリッチ側に切り替える等の方法であっても良い。

【0080】

また、本内燃機関の排気浄化装置では、再生制御において、リーン NO_x 触媒13の近傍をリッチ雰囲気にし、かつ、排ガス温度を上昇させるために追加燃料噴射制御手段27によって追加燃料噴射を行ない、排ガス温度を上昇させているが方法はこれに限られるものではなく、例えば、リッチ運転にしたり、点火時期をリタードしたり、或いは、別のデバイス（電気加熱触媒）を利用したりしても良い。

【0081】

また、本内燃機関の排気浄化装置では、リーン NO_x 触媒13の NO_x 浄化効率を演算すべく、 NO_x センサをリーン NO_x 触媒13の上流側と下流側とに設けているが、これに限れるものではなく、リーン NO_x 触媒13の下流側に NO_x センサを1つ設け、この NO_x センサによって排気浄化装置6から排出される排ガス中の NO_x 量を検出し、排気浄化装置6に供給される排ガス中の NO_x 量は、運転条件に応じて予め設定された NO_x 量（ECUにメモリされた値）とし、 NO_x センサの検出値とメモリ値との比較によりリーン NO_x 触媒13の劣化を推定しても良い。

【0082】

また、本内燃機関の排気浄化装置では、筒内噴射型内燃機関として説明してきたが、これに限られるものではなく、希薄燃焼可能な内燃機関であれば良い。

ところで、本実施形態にかかる排気浄化装置6では、リーン NO_x 触媒13がS被毒を生じるのを防止すべく、再生制御を行なうことによってリーン NO_x 触媒13に吸着した SO_x を脱離するようにしているが、リーン NO_x 触媒13がS被毒を生じるのを防止する方法はこれに限られるものではなく、以下に示すよ

うにしても良い。

【0083】

つまり、リーン NO_x 触媒13のS被毒を防止すべく、リーン NO_x 触媒13の上流側の排気通路3に、図1に二点鎖線で示すように、排ガス中のイオウ成分(SO_x)を吸着する SO_x 触媒(S-Trap)12を設けても良い。

この SO_x 触媒12は、 SO_x を触媒上に吸着することにより排ガス中の SO_x を浄化するもので、アルミナ Al_2O_3 を基材とし、吸蔵材としてストロンチウムSr等の金属成分 M' 、活性金属として白金Ptがそれぞれ担持されて構成される。なお、本実施形態の SO_x 触媒6Bでは、基材をアルミナ Al_2O_3 としているが、酸化ジルコニウム ZrO_2 等の他の基材を用いることもできる。

【0084】

この SO_x 触媒6Bに担持される金属成分 M' は、酸素過剰雰囲気中で排ガス中の SO_x を吸着し、酸素濃度が低下すると吸着した SO_x を脱離する SO_x の吸着、脱離機能を有し、さらに空燃比がリーンのときに NO_x をほとんど吸着しないものであり、例えばストロンチウムSr、カルシウムCa、亜鉛Zn、マンガンMn等である。

【0085】

このような SO_x 触媒12では、例えば追加燃料噴射することによって SO_x 触媒6Bの近傍を酸素濃度の低下したリッチ雰囲気とすることにより SO_x 触媒6Bに吸着した SO_x を脱離させることができ、これにより、 SO_x 触媒6Bによる SO_x の浄化能力の低下を防止できるようになっている。

なお、 SO_x 触媒6Bでは、排ガス中の SO_x は吸着するが、排ガス中の NO_x は吸着しないことになるが、ストロンチウムSrに吸着しない NO_x は、 SO_x 触媒6Bの下流側に配設されたリーン NO_x 触媒13により吸着されることになる。

【0086】

また、ここでは、ライトオフ触媒11の下流側の排気通路3に、ライトオフ触媒11とは別に SO_x 触媒12を設けることとしているが、ライトオフ触媒としての機能(三元機能)と SO_x 触媒としての機能とを併せもったものとして構成

しても良い。

この場合も、ライトオフ触媒11のセリア CeO_2 の担持量が少ないため、トラップした SO_2 がセリア CeO_2 に蓄えられた O_2 により触媒上で反応して SO_3 となり、これがリーン NO_x 触媒13に吸着されてしまうのを抑制できるのである。

【0087】

なお、ここでは、リーン NO_x 触媒13がS被毒を生じるのを防止すべく、リーン NO_x 触媒13に吸着した SO_x を脱離する再生制御を行なうのに代えて、リーン NO_x 触媒13の上流側の排気通路3に SO_x 触媒12を設けるようにしているが、これに限られるものではなく、 SO_x 触媒12を設けるとともに、リーン NO_x 触媒13に吸着した SO_x を脱離する再生制御を行なうようにしても良い。

【0088】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明の内燃機関の排気浄化装置によれば、機関の冷態始動時には NO_x 触媒の上流側の排気通路に設けられたライトオフ触媒によって排ガス中のHCを確実に低減させることができる一方、ライトオフ触媒の O_2 ストレージ能力が低いため、 NO_x 触媒に NO_x や SO_x が吸着して NO_x 浄化効率が低下した場合であっても、 NO_x 触媒から NO_x や SO_x を確実に脱離させることができ、その耐久性を高めることができるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態にかかる内燃機関の排気浄化装置の全体構成を模式図である。

【図2】

本発明の一実施形態にかかる内燃機関の排気浄化装置のライトオフ触媒の構成を示す模式図であり、(a)は単層構造の場合、(b)は多層構造の場合をそれぞれ示している。

【図3】

本発明の一実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関におけるリーン NO_x 触媒の NO_x 浄化の原理を説明するための模式図であり、(a)はリーン NO_x 触媒の構成を示す図、(b)はリーン NO_x 触媒の NO_x 吸着機能を示す図、(c)はリーン NO_x 触媒の NO_x 脱離機能を示す図である。

【図4】

本発明の一実施形態にかかる希薄燃焼内燃機関におけるリーン NO_x 触媒のイオウ成分の吸着・脱離機能を説明するための模式図であり、(a)はイオウ成分吸着機能を示す図、(b)はイオウ成分脱離機能を示す図である。

【図5】

本発明の一実施形態にかかる内燃機関の排気浄化装置の制御系の要部構成を模式的に示す機能ブロック図である。

【図6】

本発明の一実施形態にかかる内燃機関の排気浄化装置における復活制御としてのリッチスパイクを説明するたの図であり、(a)は排気空燃比を示しており、(b)はリーン NO_x 触媒による NO_x 浄化効率を示している。

【図7】

本発明の一実施形態にかかる内燃機関の排気浄化装置における再生制御を説明するための図である。

【図8】

本発明の一実施形態にかかる内燃機関の排気浄化装置における復活制御、再生制御、希薄燃焼運転領域縮小化制御を示すフローチャートである。

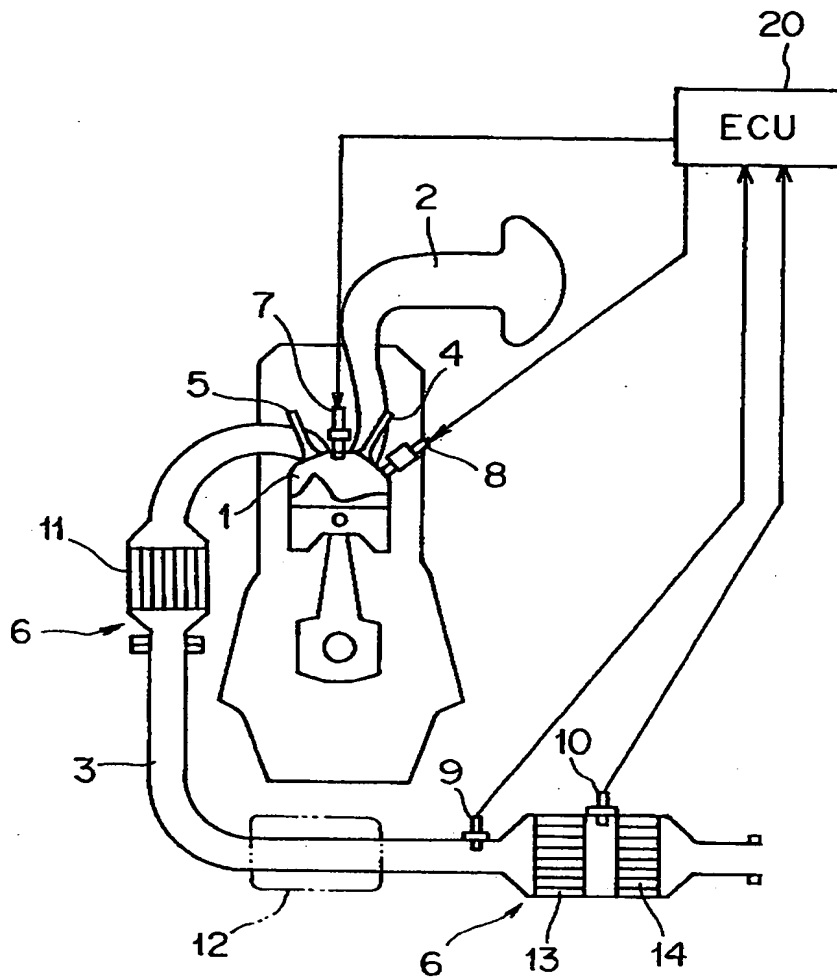
【符号の説明】

- 3 排気通路
- 6 排気浄化装置
- 11 ライトオフ触媒
- 12 SO_x 触媒
- 13 リーン NO_x 触媒
- 14 三元触媒
- 20 制御手段としての電子制御ユニット (ECU)

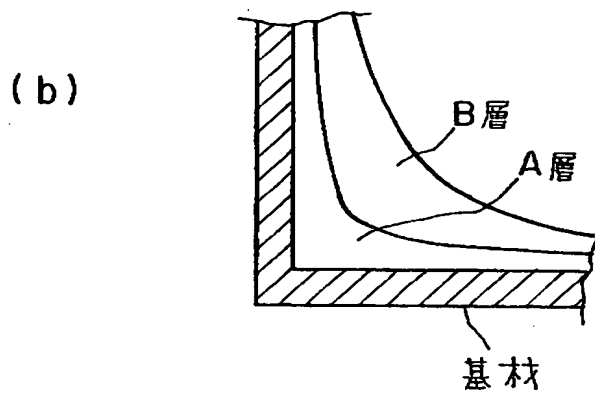
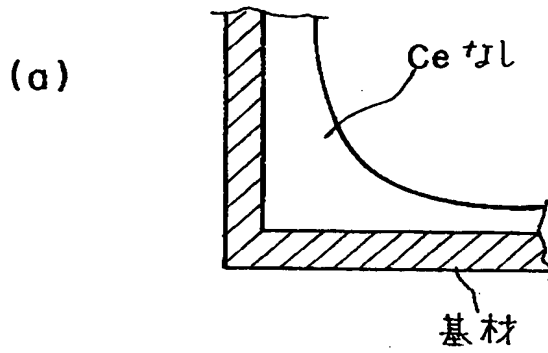
- 2 1 NO_x 浄化効率演算手段
- 2 2 NO_x 浄化効率判定手段
- 2 2 A 復活制御用判定手段
- 2 2 B 再生制御用判定手段
- 2 3 運転モード設定手段
- 2 4 運転モード選択手段
- 2 7 追加燃料噴射制御手段

【書類名】 図面

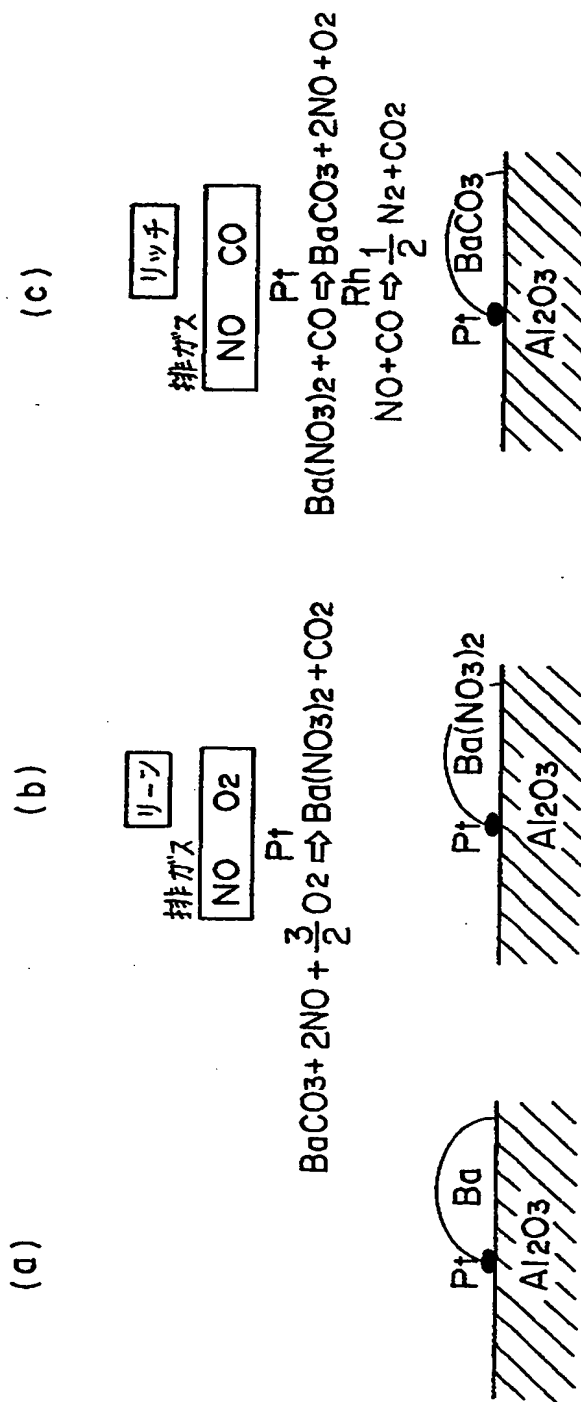
【図1】



【図2】

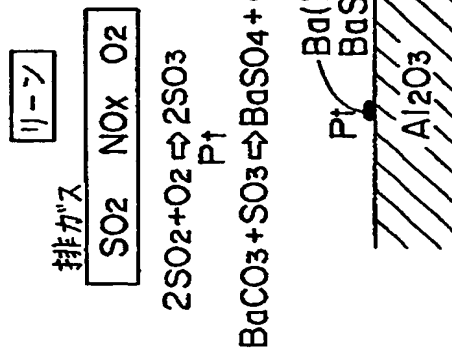


【図3】

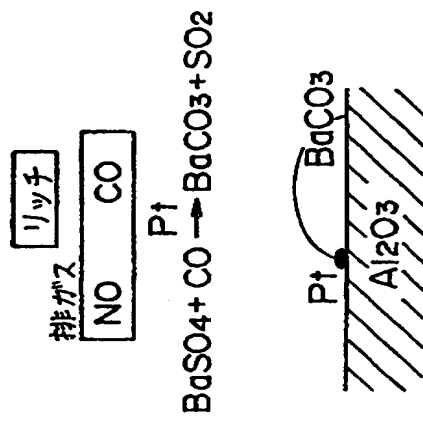


【図4】

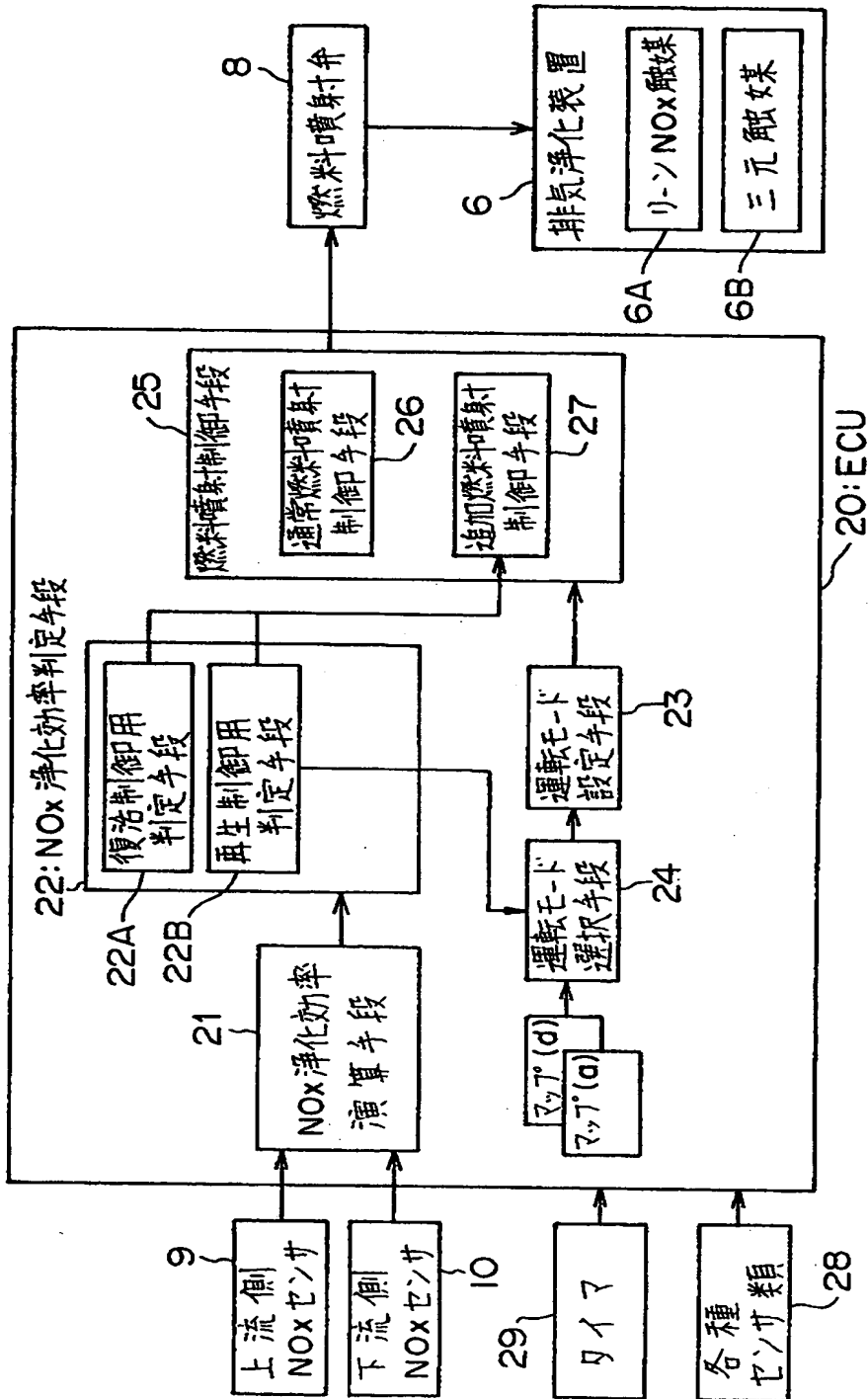
(a)



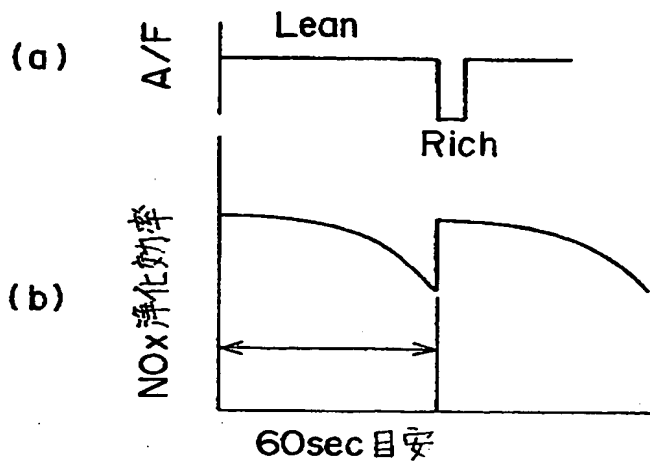
(b)



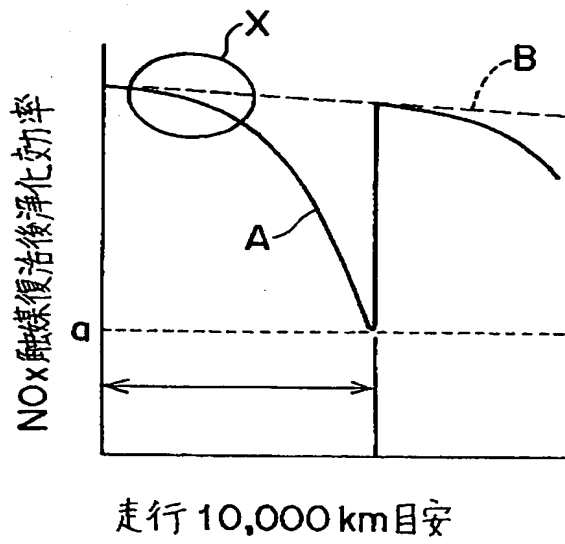
【図5】



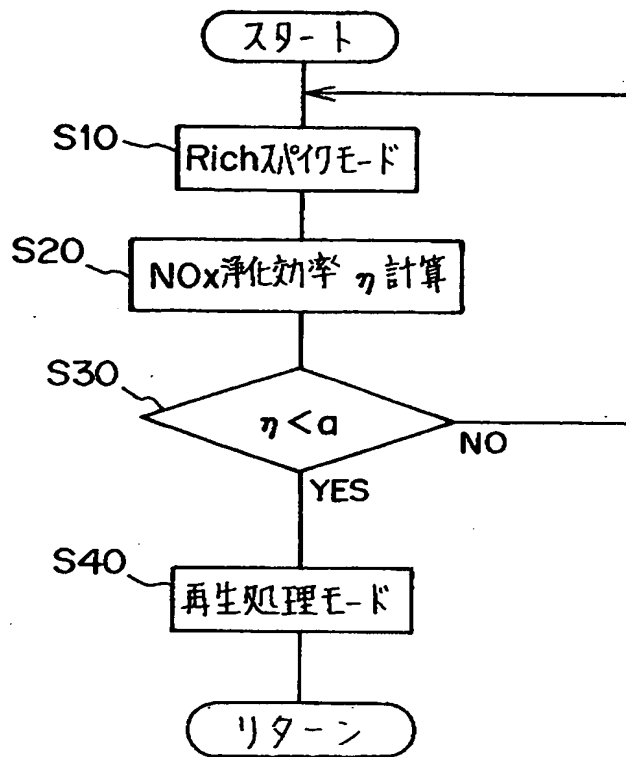
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内燃機関の排気浄化装置に関し、機関の冷態始動時に排ガス中のHCを確実に低減させるとともに、 NO_x 触媒の NO_x 浄化効率が低下した場合に NO_x 触媒から NO_x や SO_x を確実に脱離させて、その耐久性を高める。

【解決手段】 内燃機関の排気通路3に設けられ、排気空燃比がリーンのときに NO_x を吸着し排ガス中の酸素濃度が低下したときに吸着した NO_x を脱離する NO_x 触媒13と、 NO_x 触媒13の上流側の排気通路3に設けられ、 O_2 ストレージ能力が低いライトオフ触媒11と、 NO_x 触媒13の NO_x 浄化効率が低下した場合に NO_x 触媒13の近傍が酸素濃度低下雰囲気となるように制御する制御手段20とを備える。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000006286

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目33番8号

【氏名又は名称】 三菱自動車工業株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100092978

【住所又は居所】 東京都武蔵野市吉祥寺本町1丁目10番31号 吉祥寺広瀬ビル8階 真田特許事務所

【氏名又は名称】 真田 有

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006286]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目33番8号
氏 名	三菱自動車工業株式会社